

未来へ げんき

■特集■

光が生み出すイノベーション

新しい医療と産業の拠点が活動開始！
関西光科学研究所「光医療産業バレー構想」

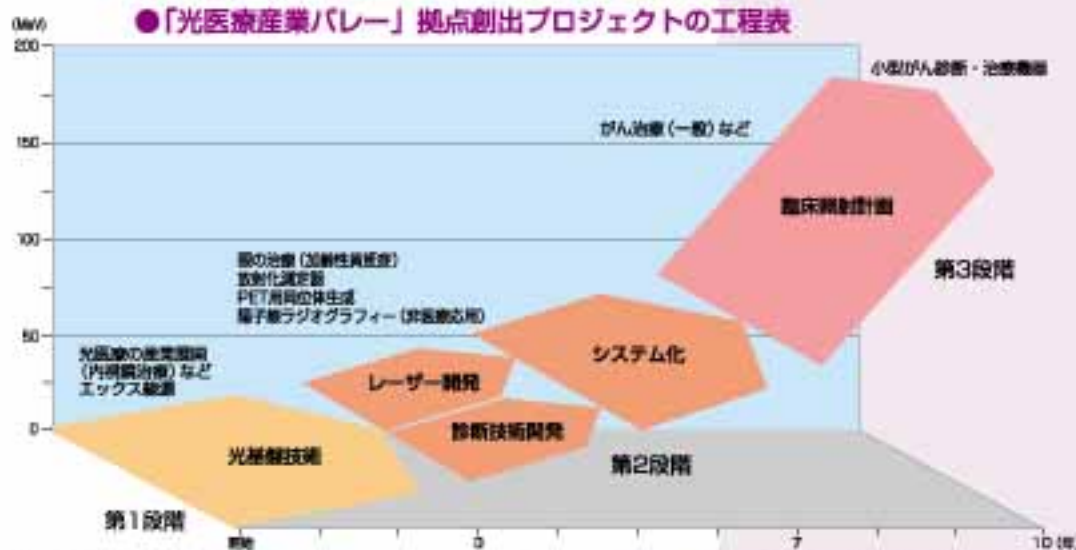
NO.8

平成20年 冬

季刊 未来へ
げんき



●「光医療産業バレー」拠点創出プロジェクトの工程表



特集
光が生み出すイノベーション

新しい医療と産業の拠点が活動開始！

関西光科学研究所「光医療産業バレー構想」

「光(レーザー)を活用した医療技術の研究開発、実用化を目指す「光医療産業バレー構想」。その中心となる光医療研究連携センターが平成19(2007)年10月1日に発足しました。センターが設置された関西光科学研究所(京都府木津川市)は、「光医療産業バレー構想」の中核機関として、原子力機構のレーザー技術を活かすだけでなく、診断などの周辺分野とも密接に協力して、新しい産業の拠点となるべく活動を開始しています。

「切らずに治す」新しい治療方法

日本のがん患者は毎年60万人づつ増え続けているといわれています。今後、いっそうの高齢化社会に向けて、がん患者は増加傾向にあります。これまでも、さまざまながん治療が行われてきましたが、最近では、とくにQOL*(生活の質)が重要視されるようになってきました。

そこで注目されているのが、「粒子線照射治療*」です。粒子線照射治療では、手術などの外科的な治療は必要ありません。粒子線を体外から照射することで、通常の細胞への影響を最小限に抑えながら、がんの病巣を集中的に攻撃することが可能です。また、副作用や痛みなどの患者の負担が非常に小さいことも特徴です。しかし、粒子線照射治療には、大き

な問題点がありました。それは、粒子線を作るための装置が非常に大きく、莫大な費用が必要になるという点です。そのため、現在、日本で粒子線照射治療を受けることができる施設はわずからしかありません。より多くの患者を治療するために、粒子線照射治療装置の小型化と低価格化が必要不可欠なのです。

原子力機構では、これまでレーザーを利用したさまざまな研究開発を行ってきました。なかでも、粒子線を発生・制御する技術や装置の小型化技術では、世界のトップレベルの技術を持っています。これらの技術を医療用に利用することで、粒子線照射治療装置の小型化と低価格化が実現できるのです。

また、レーザー利用以外にも、粒子線照射治療装置の開発には、粒子線を生み出すための強力なレーザーを作る技術、粒子線を正確に患部に照射する技術、照射量を測定する技術など、さまざまな分野の技術が必要です。「医療技術とレーザー技術、これらの技術を融合させてイノベーション(革新)を起こし、新しい産業に育てるためのプロジェクトが「光医療産業バレー構想」なのです。光医療研究連携センターは、粒子線がん治療という高度な医療を全国に普及させ、産学官の連携により、光(レーザー)と医療を融合させた新しい産業の拠点としての役割を担っています。」と大田副センター長は、「光医療産業バレー構想」の目的とセンターの役割を説明します。



関西光科学研究所
光医療研究連携センター
副センター長 大田 博行 (だいでう ひろゆき)
広島県出身 平成12(2000)年入社 (大阪大学より)

*粒子線照射治療
放射線治療のひとつで、エックス線の代わりに粒子線を用いる。粒子線は、がんの位置や大きさや形に合わせて照射され、がんだけを攻撃できる。

*QOL
クオリティ・オブ・ライフ (Quality of Life) の略。治療後の生活の質のこと。

未来へげんき
NO.8 / 目次

今号の「未来へげんき」では、京都府木津川市にある関西光科学研究所を中心に光(レーザー)を活用した医療技術の研究開発、実用化を目指す「光医療産業バレー構想」の紹介を掲載しています。「ふるさと・げんき」のコーナーにも、大阪市出身の武蔵学園学長有馬朗人さんにご登場いただきました。

- 3 ■特集
光が生み出すイノベーション
新しい医療と産業の拠点が活動開始!
関西光科学研究所「光医療産業バレー構想」
- 6 ■サイエンスノート
1000分の1ミリを自在に刻む
プロトンビームによる微細加工技術
- 8 ■ふるさと・げんき
武蔵学園 学園長 有馬朗人さん
物理学者、俳人、そして政治家
三足のわらじで、西から東へ、東から西へ。
- 10 ■わたしたちの研究
ピンポイントでがん細胞を攻撃
中性子ビームを利用した
最先端のがん治療法を研究する
- 12 ■特許ストーリー
ガスを「重さ」で計る
日本発の世界標準を目指す
高性能ガス分析装置 (プレスマス/グラビマス)
- 14 ■Project J
“攻め”の姿勢で技術成果を展開
原子力の技術を地域に還元
- 16 ■げんきなSTAFF
レーザーで“飛翔する鏡”を作り
アインシュタインの思考実験を実証
関西光科学研究所 (京都府木津川市)
- 18 ■PLAZA
「原子力機構の動き」
[Information]
●綴じ込み読者アンケートハガキ
本誌は再生紙を使用しています。



■表紙写真
浄瑠璃寺 (九体寺) 三重塔
(京都府 木津川市)
国宝であるこの塔は、今から約830年前、京都一条大宮から移築されたと伝えられている。松皮葺のゆるやかな屋根が配が伸びて深い軒を作っているいかにも藤原様式の豪華な三重塔である。降り出した雪が塔の屋根をうっすらと白くした近頃はこのあたりは、雪があまり降らなくなった地域だが、私は非常にラッキーだった。シーンと静まり返った境内では、心地よいシャッターの音だけが響いていた。
撮影: 菅原 勇さん (京都府 木津川市在住) いずみホール 射 志写真教室

●拠点の目指す体制 リサーチ・コモンズと「光医療産業バレー」



はプロジェクトの工程を説明します。まず、第1段階では3年目を目標に、光医療技術の技術基盤を作ることを目的にしています。具体的には、5〜10 MeVの粒子線を発生させる小型のレーザー加速器の開発が目標です。また、レーザー技術を活用した測定装置も開発します。

第2段階では、7年目までに実際が治療に使用できる粒子線照射治療装置の開発を目指します。目標とするエネルギーは50〜80 MeVで、これは比較的身体の表面に近い、浅部がんや黄斑変性症、頭頸部の疾患に適用できるエネルギーです。また、同時に人材の育成も行っています。

第3段階では、10年目までに粒子線照射治療装置の実用化を目指して研究を進めます。目標とするエネルギーは、深い位置のがんも治療可能な200 MeV程度で、製品化・量産化を視野に入れて開発を行います。さらに、光医療研究連携センターは、産学官だけでなく、国際的な拠点としての役割も担っていく計画です。

光医療のアジアの拠点をめざす

大道副センター長は、「光医療産業バレー構想」で得られた成果は、広く世界中で共有すべきであるとしながらも、「すべてオープンにするの

ではなく、知的所有権など、守るべきものは守る必要があります。しかし、あまり厳格すぎると、今度は柔軟な運用が難しくなるという側面もあります。そのために、「リサーチ・コモンズ」という仕組みを用意しています。」と新しい仕組みの必要性を強調します。「リサーチ・コモンズ」とは、所定の簡単な手続きで協力機関として参画できる仕組みのことです。これまでも原子力機構では、人材の育成に注力してきましたが、「光医療研究連携センター」では、医学物理士やレーザー技術者など、新しい医療技術も養成していきます」と、大道副センター長は人材育成についての希望を語ります。

また、「コンピュータも最初はとても大きな機械でしたが、いまではノートのような大きさになっています。技術の進歩は予測できません。現在は体育館のような大きな粒子線照射治療装置も、机の上に乗るくらいの大きさになるでしょう。」と、将来の見通しを話します。

いつでもどこでも簡単に、粒子線照射治療によるがん治療を受けられる社会の実現を、「光医療産業バレー構想」は目指しています。がんは切らずに治すことが当たり前になる時代が、そう遠くない将来に実現するかもしれません。

●科学技術振興調整費
各府省ことでは対応できない、境界的な分野や先端技術の発展の観点により効果的効果が期待される分野で、先端的な研究を行うための国の予算。

三段階で進められるプロジェクト

■原子力とレーザーの密接な関係

意外に知られていませんが、原子力ではさまざまなレーザー技術が研究・利用されています。たとえば、同位体や元素の分離技術、ウラン燃料の濃縮技術、計測や分析技術、加工技術などでは、すでに数多くのレーザー技術が実用化されています。

「実は、当センターの田島センター長が昭和59(1979)年に、レーザーによって粒子線を作り出すことが



●「光医療産業バレー」拠点創出キックオフミーティング
平成18(2007)年、関西光科学研究会(京都府木津川市)に大学や企業、各種団体から産学官の関係者約100名が集まり、プロジェクトの開始が宣言された。

できる、という論文を発表しています。しかし、当時のレーザー技術はまだ未熟だったため、実現することが難しかったのです。研究が進んだ現在、ようやく実際の技術が理論に追いついてきたのです。」と、大道副センター長は、原子力機構がレーザー技術に先駆的に取り組んできたことを振り返ります。

従来、粒子線を作り出すためには、大型の加速器が必要でした。がん治療に必要な粒子線のエネルギーは80〜200 MeV(メブ)程度ですが、従来の高周波を利用する加速器では1 MeVあたり約1mの装置が必要といわれています。そのため、粒子線照射治療装置は体育館のような大きな装置と100億円もの費用が必要だったのです。原子力機構では、強いレーザーを極短時間照射することで、効率的に粒子線を作り出すことに成功しています。これによって、粒子線照射治療装置を小型化することが可能になるのです。

■目標は10年後の実用化

「光医療産業バレー構想」は、科学技術振興調整費*のプロジェクトとして実施されています。

「3年目と7年目に審査があり、研究期間は最大で10年間です。審査に合わせて研究の目標もホップ、ステップ、ジャンプの3段階で計画しています。」と、大道副センター長

■粒子線とは? MeVとは?

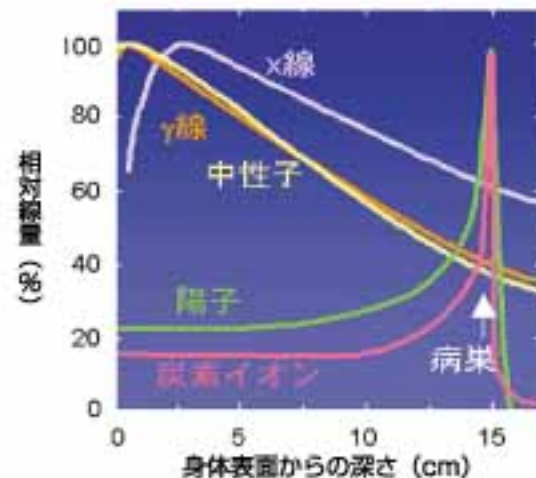
放射線は、エックス線やガンマ線などの電磁波(光)と、電子線やアルファ線などの粒子線の2種類に大別できます。粒子線の粒子には、電子や中性子、それぞれの元素の原子核などがあり、水素の原子核はとくにプロトン電子と呼ばれます。粒子線のエネルギーを表す単位が「eV」で、電子ボルト(エレクト

ロンボルト)と訳されます。1ボルトの電圧で加速された1個の電子のエネルギーが1eVです。粒子線照射治療では、MeV(100万電子ボルト)単位で表されます。ちなみに、テレビのブラウン管の電子線は2000eV程度なので、粒子線照射治療にはいかに大きなエネルギーなのかが分かります。

■粒子線とエックス線の違い

放射線治療では、エックス線と粒子線が利用されていますが、なぜ、粒子線は体内のがん細胞を破壊できるのでしょうか? エックス線や粒子線は、それぞれが持つエネルギーを放出する(失う)ことで、がん細胞を破壊します。エックス線は照射面から深さ方向に徐々にエネルギーを失っていきませんが、粒子線はあるところで急激にエネルギーを失います。粒子線のこの性質を利用すれば、体内の深い部分のがん細胞を破壊することができるのです。人体の70%は水分であるとされていますが、粒子線(陽子線)が水中を25cm進むためには、200MeV(2億電子ボルト)のエネルギーが必要です。つまり、体内の深い部分のがんを破壊するためには、200MeVの粒子線照射治療装置が必要になるわけです。

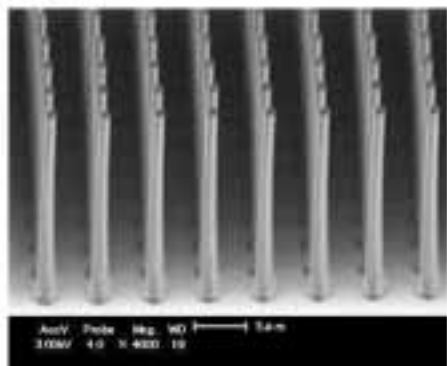
●放射線の生体内における線量分布



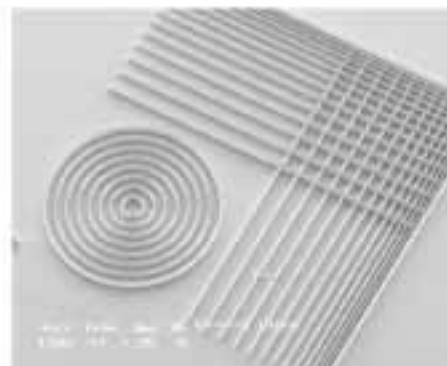
●強いレーザーを極短時間
強いレーザー: 光出力パワー一テラワット(1テラワット=1兆ワット)以上のレーザー。
極短時間: フェムト秒(10兆分の1秒)

●メブ
正式には、メガエレクトロンボルト、またはメガ電子ボルトと読む。詳細はコラム参照。

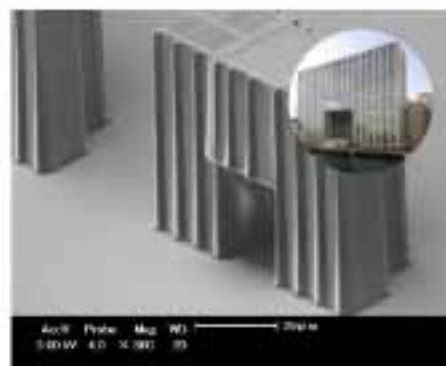
●加速器
陽子や電子などに電圧をかけることで、温度を上げ、大きなエネルギーを与える装置。



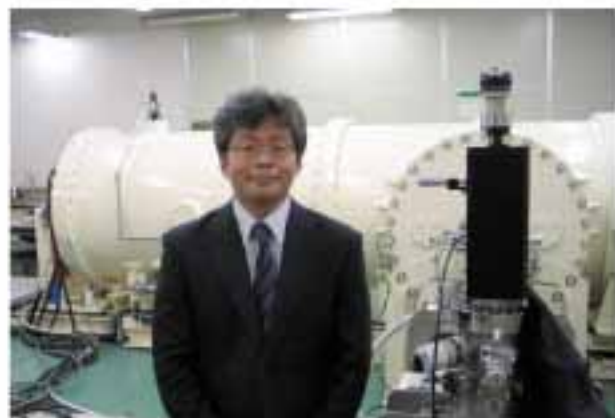
●プロトンビームによる微細加工例
直線や円など、さまざまな形状を自在に描くことができる。円の直径は約0.002mm。



●プロトンビームによる微細加工例
柱と柱の間隔は約0.005mm、柱の高さは約0.02mm。微生物を検出センサーとして試作されたもの。



●プロトンビームによる微細加工例
扉扉門のように、中央に「穴」が開いた形も加工できる。門の幅、高さとも0.04mm程度。円内はモジュールとなった芝浦工業大学の企業キャンパス。



●プロトンビーム照射装置
照射対象や照射条件が決められた実験室に設置されている。

サイ/エ/ン/ス/ノ/ー/ト
暮らしに役立つ放射線⑦

1000分の1ミリを自在に刻む

プロトンビームによる微細加工技術

半導体をはじめとして、ミクロの世界の加工技術に注目が集まっています。1000分の1ミリ単位の微細な加工を施すことで、これまでになく新しい機能を持った回路やセンサーを作り出すことができるからです。現代社会を支える半導体の製造、今後の発展が期待されるマイクロマシンの製造やナノテクノロジーに欠くことのできない、加工技術。それが微細加工技術です。

芝浦工業大学の西川宏之准教授に、プロトンビームを利用した微細加工技術についてお話を伺いました。

微細加工技術は、どのような分野で利用されているのでしょうか。

微細加工技術は、非常に広い分野での応用が期待されています。よく知られているのは、半導体ですが、そのほかにも電気、電子、通信、光学、さらにバイオ、医療、化学など応用分野は多岐に渡ります。

たとえば、半導体、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイを製造する場合には、シリコンやガラスなどの基板の上に緻密な電子回路を作る必要があります。現在は、マスクと呼ばれる回路のパターンを、エックス線や紫外線、レーザーなどを使って基板の上に描く方法が一般的です。



そのほかの微細加工技術としては、イオンビームや電子線を利用する方法もあります。

フレキシブル微細加工研究センターで研究を進めている微細加工技術は、従来技術とは異なりプロトンビームを利用する微細加工技術です。プロトン*、つまり水素イオンのビームを使って1000分の1ミリメートル単位の加工を行うのです。



プロトンビームで加工する対象は、レジスト*と呼ばれる特殊な樹脂です。まず最初に、シリコンなどの基板の上に、加工するレジストの膜を作ります。このレジストにプロトンビームを照射するのですが、レジストには2つの種類があります。プロトンビームを照射することで薬品に溶けやすくなるタイプ(ポジ型)と、その逆に溶けにくくなるタイプ(ネガ型)です。

プロトンビームによってさまざまな形状が描かれた後、レジストは薬品で洗い流されます。その際、たとえばポジ型レジストでは、プロトンビームが照射されたところだけが薬品によって洗い流されます。

このようにして、基板の上にさまざまな形状を形作ることができるわけです。照射するプロトンビームの

今後の研究計画と、目標や課題をお話ください。



これまでは、プロトンビームの照射には、原子力機構(高崎量子応用研究所)の装置を利用していました。今後は、新しく開発した小型の照射装置を使いながら研究を進めていく予定です。それと同時に、装置の性能や使いやすさなどの研究も進めます。当面は、より広い面積を、さらに深く、細く加工できるように装置の性能を向上

させていく予定です。

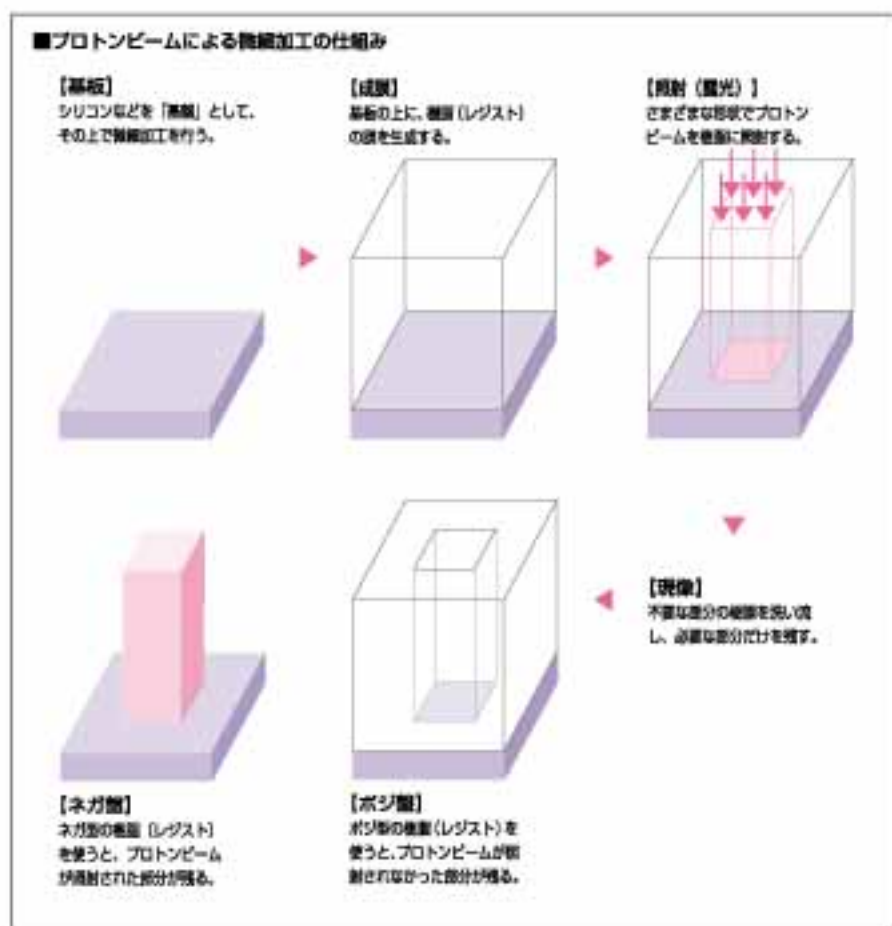
微細加工技術の応用例としては、すでに大腸菌などの微生物を検出するセンサー*を試作しました。また、微細加工を産業に適用するためには、同じものを数多く作るための量産技術が必要で、そのための金型を作る研究も進めています。

最終的には、だれでも簡単にフレキシブルに使える装置、「ものづくり」に役立つ微細加工装置とそのノウハウの確立を目指していきます。

エックス線や紫外線を利用して微細加工を行う場合には、マスクと呼ばれる原版が必要になります。これに対してプロトンビームを利用する方法では、レジストに直接プロトンビームで形を描くことができるので、高価なマスクが必要ありません。

また、イオンビームや電子線は、基板を直接、加工することができますが、垂直方向に深く加工する場合によっては非常に時間がかかってしまいます。

これらの従来技術と比較して、プロトンビームを利用する方法では、比較的簡単に短時間・安価な加工方法といえます。また、深さ方向への加工も短時間でできることも大きな特徴です。



*微生物を検出するセンサー
内田准教授(千葉大学東京)との共同研究。詳細は、千葉大学東京大学院 理工学研究所 電気電子工学専攻 マイクロ機能工学研究部のウェブサイト (<http://www.eng.metro-u.ac.jp/energy/02/mod1/>) を参照。

*レジスト
ネガ型のレジストとしてSUJ8(エポキシ系レジスト)、ポジ型のレジストとしてPMMA(アクリル系樹脂)を使用している。

*プロトン
もっとも軽い元素である水素原子は、1つの原子核と1つの電子で構成されている。水素イオンは、原子核(プロトン)そのものである。水素イオンをプロトンと呼ぶことがある。



西川宏之(にしがわ ひろゆき) さん
芝浦工業大学工学部電気工学科准教授、先端工学研究機構 フレキシブル微細加工研究センター センター長。昭和39年(1964)年東京製菓学校、早稲田大学大学院卒業。専門分野は、微細加工技術、マイクロ・ナノマシニング、電気電子材料。現在、ものづくりに役立つプロトンビーム微細加工の研究を各分野の研究者と協力して推進している。研究室ウェブサイト <http://www.cfm.en.shibaura-it.ac.jp/>

物理学者、俳人、そして政治家。

三足のわらじで、西から東へ、東から西へ。

俳人にして、物理学者、東京大学総長、そして政治家としては文部大臣、科学技術庁長官を歴任。多彩な顔を持つ有馬朗人さんですが、政界引退後は、中学から大学まで一貫教育の武蔵学園・学團長として教育の場に復帰しました。そんな有馬さんを、武蔵野の面影が残る東京・江古田に訪ね、幼少期からなにかと縁の深い大阪の町を中心にお話をうかがいました。



大阪で幼い頃を過ごされたとお聞きしました。どんな思い出がありますか。

父がヒゲタ醤油の大阪出張所に勤めていた関係で、住吉区の北田辺というところに生まれたと母から聞きました。2歳か3歳で引っ越してしまいましたが、その頃の話を、近所に住む貧しいおばあさんが、なぜか私を可愛がってくれて(笑)、「いいボンボンやなあ、大きゅうなったらエラクになりますよ」と言っていたと、母がしきりに話しておりましたね。その後、父の仕事の関係で大阪を離れ、波崎(茨城県)から、銚子(千葉県)、橋本(神奈川県)と移り住むわけです。

小学校は銚子の中央小学校。その時に、空を見上げると、航続距離の世界記録を樹立した「航研機」が毎日、グルグルと回って、銚子の上空を飛ぶのを見ました。日本の科学技術はスゴいなあと思ったのを覚えています。何十年もたって、三沢航空科学館(青森)に航研機の当時のままの複製が展示されていると聞いて、先般行ってきましたが、とても嬉しかったですね。

その頃から科学が好き少年だったのでしょうか。

小学校3年生になった頃には、父が「この子は理科が好きらしい」と、誠文堂新光社の「子供の科学」とか

大学が中之島にあつて、原子核研究が盛んでしたのでよく行きました。後に総長になった若槻先生を訪ねると、必ず「竹葉亭」といううなぎ屋に連れていってもらったものです。

けいはんな都市、俳句... また関西とのつながりが復活したような...

大阪との交流が特に深くなるのは、大阪大学に「核物理センター」ができ、そこに頻りに通いました。私が東大の理学部長くらいの頃からでしょうか。「けいはんな都市」(京都、大阪、奈良にまたがる「関西文化学術研究都市」)の構想に関わったときなどは、頻りに関西に通いましたね。関西は俳句の題材も豊富で、住吉神社、天満宮、そして電車に乗って、生駒や葛城山とか。葛城山の麓の、中将伝説が伝わる有名な常楽寺の寒牡丹が印象に残っていますね。俳句は敗戦にあつたときに、子供ながらに日本が残せるもの、それは「文学」ではないかと思つて始めたのです。両親が俳句をやっていたこ

ともあつて、私が俳句を詠むと本当に喜んでくれた。だからある意味、親孝行で始めたようなものですね。若い研究者にメッセージをー研究者に限らず、もちろん本当に

私の好きなふるさと

青々と道頓堀の「豆御飯」

関西

どんなに離れても、関西という土地との縁が不思議に断れない有馬先生。「お笑いが好きで大阪に行った際には、梅田の花月によく行きました」と、50歳を過ぎ、さらに60歳を過ぎたあたりから、ますますこの縁が深くなつたとおっしゃいます。有馬先生の思い出の地をたどってみましょう。



●大阪/道頓堀界隈

「科学で負けても、技術で負けても、文化で負けても、最後に文学だけは残る。芭蕉や万葉集、詩歌だけは必ず残る」。子供のころ、敗戦を体験した有馬先生が俳句に傾倒したのは、こんな一面があつたのです。仕事だけでなく俳句でもつながりの深い関西の土地柄。そこには様々な思い出が山ほど詰まっているようです。

「天満の天神さん」と親しまれる

●大阪天満宮(おおさか・てんまんぐう)

俳句で何度も訪れたのは、学問の神様で有名な菅原道真公を祭る天満宮。大阪では親しみをこめて「天神さん」と呼びます。毎年7月に行われる「天神祭」は、夏の暮さを吹き飛ばす勇壮さで、東京の神田まつり、京都の祇園祭と並び、日本三大祭のひとつとされます。受験シーズンには各地から合格祈願に多くの受験生が訪れる神社です。



●大阪天満宮の大門

はたんまつりで賑わう

●豊前寺(とみまへでら)

こちらも俳句で訪れた場所。8世紀、白鳳時代に建立され、中将伝説で有名な、継母に妬まれ命を狙われた16歳の中将姫が豊前寺の尼僧となつて、やがて極楽浄土へ旅立つという、まるで「白雲姫」のようなお話ですが、お寺の境内にある「牡丹園」は、4月の下旬から「はたんまつり」で賑わいます。



●豊前寺/豊前寺牡丹園

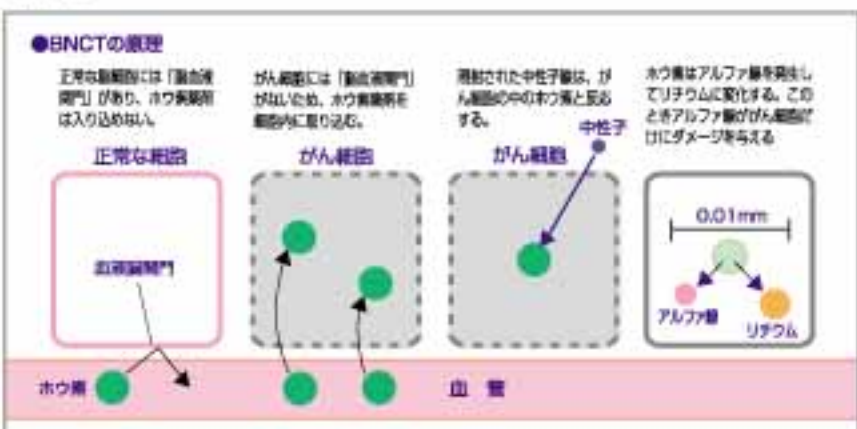


●有馬朗人(ありま・あきと)さん

東京大学理学部物理学科卒。1975年、東京大学理学部教授。1971年-1973年に於いて、ニューヨーク州立大学ストーニーブルック校教授。1981年-1982年、日本物理学会長。1989年東京大学総長に就任。1999年、参議院議員に当選、小渕内閣の文部大臣に就任。1999年、科学技術庁長官、俳人としては、東大在学中に青柳町下に入る。句集に「海国」「知名」「天満」がある。国際俳句交流協会会長なども務めた。1993年、第63回日本学士院賞を受賞。

失いしものさをがしに冬朝子 (俳人)

●航研機 東京府立大学航空研究所が航空飛行距離の世界記録を樹立し、開発した飛行機。1937年に完成。1938年5月13日に東京府調布町11,951.011kmの飛行記録を樹立。



がん細胞だけを確実に攻撃するために

どのようにして、がん細胞の中にホウ素を送り込むのですか？

熊田 正常な脳細胞とがん細胞が持つそれぞれの特徴を利用します。脳細胞には、「血液脳関門」があり、薬物などが脳細胞に入り込むことを防いでいます。そのため、患者に投与されたホウ素を含む成分は正常な脳細胞に取り込まれることはありません。一方、がん細胞には血液脳関門はありませんので、投与されたホウ素を取り込んでしまうのです。がん細胞にはもう一つの特徴があり、非常に代謝が速いことです。これは栄養やホウ素を正常な細胞よりも、より多く細胞内に取り込むことを意味しています。このような特徴をうまく利用して、がん細胞にだけホウ素を送り込んでいくのです。

より使いやすい

原子力機構で診療を受けることはできるのでしょうか？

熊田 よくご質問があるのですが、原子力機構では診療は行っていません。

より確実に照射する

原子力機構で診療を受けることはできるのでしょうか？

熊田 よくご質問があるのですが、原子力機構では診療は行っていません。

BNCTによる治療とは、具体的にどのように行うのですか？

熊田 照射を行う数時間前に、患者さんにホウ素薬剤を投与します。そして、照射室で数十分間、患部に中性子線を照射します。従来のように、開頭手術を行って、患部に直接照射する必要はありません。照射が終了したあとは、患者さんは歩いて帰ることもできます。中性子線の照射そのものは、非常に簡単に短時間しかかかりません。

脳腫瘍以外のがんについても治療することが可能ですか？

熊田 現在、脳や頭頸部*のがん治療にBNCTが利用されています。また、皮膚がんの一種のメラノーマ(悪性黒色腫)への効果も確認されています。原子力機構が治療に使用している研究炉JRR-4は、日本で唯一の医療用の原子炉といっても良いかも知れません。さまざまな患部を治療するために、最適な中性子線を作ることができるよう改良が重ねられてきました。今後、BNCTの研究が進めば、脳のより深い部分の治療や、肺や胃などのがんの治療にも応用できるかも知れません。*「切らずに治す」ことのできるBNCT

BNCTでは、がん細胞だけを攻撃することができるのでしょうか？

熊田 BNCTでは、がん細胞だけを攻撃することができそうですが、どうしてでしょうか？

熊田 ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)は、中性子*線を利用した放射線治療法です。BNCTの特徴は、中性子線を利用してある点と、エックス線などと異なり、中性子線が直接がん細胞を攻撃しない点です。

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

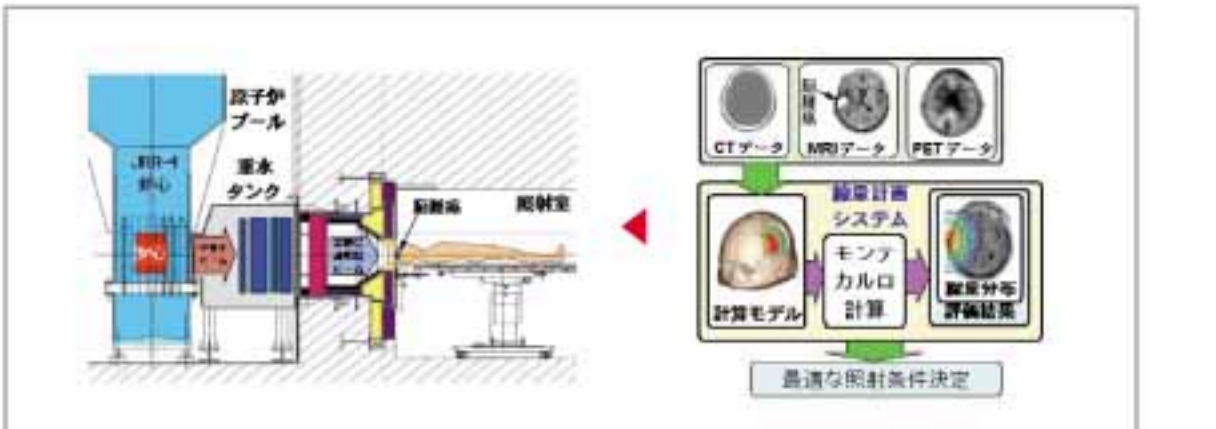
BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

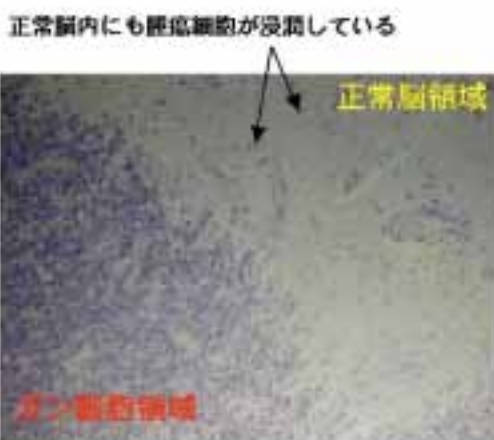
BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。



* 照射部(とうけいぶ) 脳より下で、脳より上の領域で、頭、顔、首などの部分を指す。
* リチウム 原子番号は3、元素記号はLi。携帯電話のバッテリーなどに用いられる。
* アルファ線 放射線の一種で、ヘリウムの原子核であるアルファ粒子の流れ。薄い紙で止められる。
* ホウ素 原子番号は5、元素記号はB。ホウ酸水溶液は目の消毒などに利用される。
* 中性子 電子とともに原子核を構成している素粒子。電荷が中性であるので、中性子と名付けられた。



●浸潤したがん細胞 正常な脳細胞の間にも、がん細胞(写真では茶色に着色されている)が入り込んでいるのが分かる。

外科手術などによる悪性脳腫瘍の治療は、なぜ難しいのでしょうか？

熊田 がん細胞だけを外科手術で取り除くことが非常に難しいのは、がん細胞が正常な細胞の間に浸潤*しているためです。かといって、がん細胞と一緒に正常な細胞まで取り除いてしまうと、脳の機能に障害を与える恐れがあります。また、非常に進行が速いことも、悪性脳腫瘍の特徴です。悪性脳腫瘍を治療するためには、がん細胞を識別して、効率的

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

BNCTでは、患部に照射された中性子線は、あらかじめ投与された細胞内に取り込まれたホウ素*と反応します。ホウ素と中性子が反応すると、アルファ線*とリチウム*が発生します。このとき発生したアルファ線が、主にがん細胞を攻撃するのです。体内では、アルファ線は約0.01ミリメートルしか進むことができません。この距離は、ちょうど1つの細胞の大きさと同じ範囲です。ですから、周囲の正常な細胞に影響を与えることなく、がん細胞だけを攻撃できるのです。

わたしたちの研究 8

中性子ビームを利用した
最先端のがん治療法を研究する

ピンポイントでがん細胞を攻撃

日本人の三大死因のなかでも第1位の悪性新生物(がん)で亡くなる方は年々増加する傾向にあります。茨城県東海村にある東海研究開発センターでは、治療の難しい悪性脳腫瘍の治療方法である「ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)」の実用化に向けた研究が地域と連携して進められています。

ホウ素と中性子でがん細胞を攻撃



東海研究開発センター 原子力科学研究所
研究開発部 研究技術課
副主任研究員・医学博士 熊田 博明(くまだ ひろまさ)
福川県出身 平成6(1994)年入社

* ホウ素中性子捕捉療法 BNCT (Boron Neutron Capture Therapy)
* 浸潤(しんじゆん) がん細胞が周囲の正常な細胞の間に入り込んで、増えていく状態。

ガスを「重さ」で計る

日本発の世界標準を目指す

高性能ガス分析装置（プレスマス／グラビマス）

銅や鉄と比較して少ないエネルギーでリサイクルできるため、「リサイクルの優等生」や「電気の新語」とも呼ばれているアルミニウム。リサイクルするアルミニウムから不純物を除去する薬品を販売する日本金属化学株式会社（東京都練馬区）では、原子力機構の特許を利用することで、アルミニウムの不純物を高い精度で分析できる装置の開発に成功し、さまざまな分野への応用が進められています。

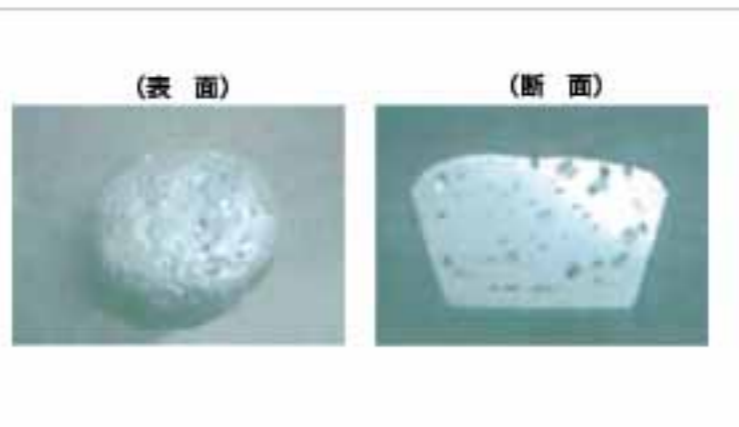
さまざまなガスを放出するアルミニウムの塊

軽く、柔らかく、耐食性にも優れているアルミニウムは、中国をはじめとして、世界的に需要が伸びています。需要の伸びとともにリサイクルも進んでいて、たとえば日本国内で製造されるアルミニウム製自動車部品の約半数にはリサイクルされたアルミニウムが使用されているといわれています。

リサイクルされたアルミニウムには、リサイクルされる前の製品に使用されていた塗料やアルミニウム以外の金属などのさまざまな「不純物」が含まれています。不純物という点、金属などの固体が想像しやすいのですが、アルミニウムではそのほかにも「ガス」の存在が問題になっていました。このような不純物は、アルミニウムの中の小さな隙間（罅）に存在しています。

分析技術と真空技術を品質評価に応用する

大間知代表取締役と日本原子力研究所開発機構産学連携推進部の阿部哲也産学連携コーディネータを結びつけたのは、双方と取引のある商社の



●リサイクルされたアルミニウム
断面を見るとたくさんの「罅」が入っていることが分かる。

不思議なことが起る「超」高真空の世界

ところで、なぜガスの分析に超高真空が必要なのでしょう。たとえば、100gのアルミニウムに含まれるガスの量は、約10mgです。このような微量のガスを正確に分析する場合には、空気などが「ノイズ」となって分析の邪魔になります。カラオケボックスや電車の通る高架下では小さな声は聞き取りづらいですが、図書館などの静かな場所ではささやき声でも気になることに似ています。

高感度四重極形質量分析計を効果的に使用するためには、月の表面の気圧*と同じ程度の超高真空が必要なのです。

阿部コーディネータは「原子力機構には、真空を作る技術、ガスを分析する技術、そしてそれらを組み合わせた技術があります。それを元に原子力機構が装置を設計し、実際の製作は大間知さんにお願いました。ずいぶん難しい要求にも期待以上に応えてくれました」と話します。

これに対して、大間知代表取締役は「最初は戸惑うこともありましたが、最終的にはメーカーの技術者よりも質量分析計に詳しくなりました。また、たとえば、真空中では物質が重くなったりするなど、教科書に載っていない現象でも、原子力機構では当然の知識といったことがたくさんあり、勉強になりました」と、笑

簡単に精度にどこでも誰にでも使える分析装置

このようにして開発された「固体中含有ガス量測定装置（グラビマス）」は、これまでに測定が難しかったアルミニウムに含まれるガス不純物の測定に活用されています。

阿部コーディネータは「グラビマスでは、体積ではなく、質量でガスを分析するので、温度や気圧の影響を受けることはありません。この方法は新しい分析方法として、世界標準となる可能性を秘めています」と、期待を語ります。

また、呼気中のガスを分析する「プレスマス」も開発されていて、呼気中のアルコールをはじめとしてさまざまなガスを分析したり、その結果を解析することで喫煙歴を知ることが可能になっています。

大間知代表取締役は「グラビマスやプレスマスは、誰にでも使えるというコンセプトを開発を進め

知人でした。

阿部コーディネータは「大間知さんから、アルミニウムの分析では50年以上も前の分析技術を使っていると聞いてたいへん驚きました。原子力機構では、核融合炉の研究などで蓄積された高度な分析技術があり、これをアルミニウムの品質管理に応用することを考えました」と、当時を振り返ります。

核融合炉の内部は、超高真空に保つ必要があります。そのため、炉内に残っている極微量なガスを分析する必要があります。そのための技術が今回利用された「高感度四重極形質量分析計」です。また、この質量分析計を使用するために必要な真空技術についても、原子力機構が得意としている分野でした。



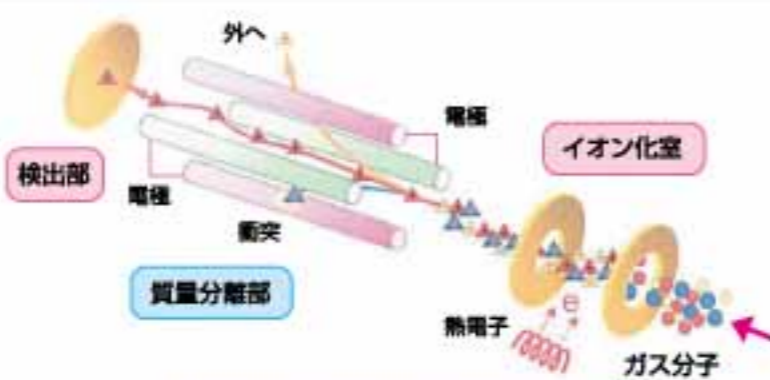
日本原子力研究所開発機構産学連携推進部 阿部 哲也 (あべ てつや) 日本金属化学株式会社 代表取締役 大間知 第一 (おまち せういちろう) さん

●四重極形質量分析計のしくみ

質量分析計では、定性分析（どのような成分か）と定量分析（どのくらいの量が同時に分析することが可能か）を同時に実施することが可能です。電石と同じように、電石もプラスとマイナスは引きつけ合い、プラス同士、マイナス同士は反発します。「質量分析」では、この性質を利用して、試料を分析しています。

- (1) 分析される試料（ガス分子）は、イオン化室でイオン化され、主にプラスの電気を帯びます。
- (2) イオン化された試料は、質量分離部を通過します。ここでは、電圧をかけることにより、分析したい成分以外のガス分子をふるい落とします。この部分の電極が4つあることから、「四重極形」と呼ばれます。
- (3) 分析したい成分だけが、検出部に到達して、信号として取り出されます。

質量分離部にかかる電圧と電極間の電圧条件を変えることによって、通過できるガス分子を自由に選択することが可能です。また、ガス分子が自由に動けるようにするため、検出部の内部は超高真空状態に保つ必要があります。



●高感度四重極形質量分析計の模式図

■特許データ
発明の名称●高感度ガス分析装置
登録：特許第4052597号

発明の名称●質量測定装置
登録：特許第3319824号



日本金属化学株式会社は、原子力機構ライセンス企業8号の許可を受けています。

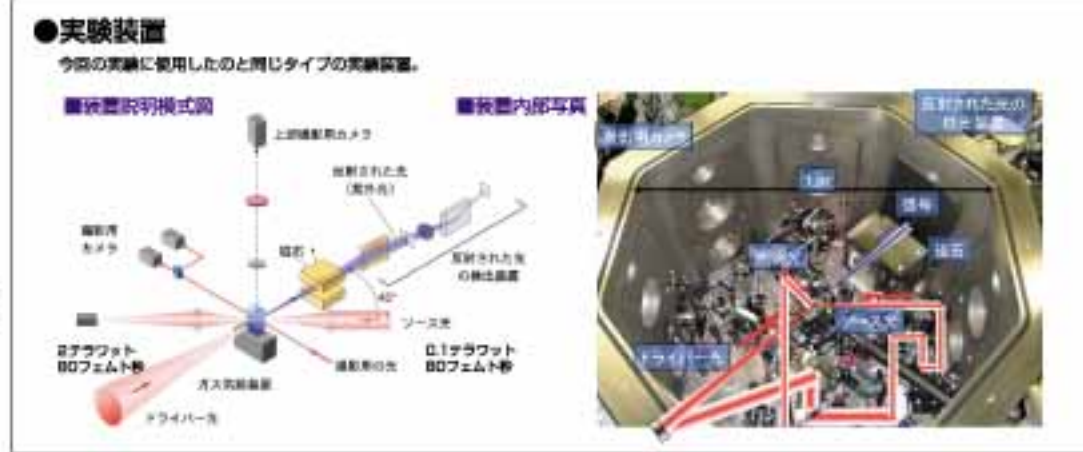
●原子力機構の特許、ライセンス企業呼称制度についてご興味をお持ちの方は、下記までご連絡下さい。

原子力機構 産学連携推進部 電話：029-284-3415
HPアドレス <http://www3.tokai-sc.jaea.go.jp/esngaku/>

*月の表面の気圧
月の表面の気圧は10分の1気圧ほど。

●日本金属化学株式会社
本社所在地●東京都練馬区●創業●昭和31(1958)年●事業内容●洋鉄鋼の溶断・鋳造に関する化学薬品（フラックス）製造販売、溶断・鋳造用薬品の製造販売、検査および分析。

●罅（す）
罅物の内部にできた空隙。または、空気を集めたとときにできるたくさんの小さな穴のこと。



■アレキサンダー ピロジコフ
電子ビーム応用研究部門
光子ビーム利用研究ユニット
高強度紫外線研究グループ
ロシア連邦出身 平成15(2003)年入社
「さまざまな文化の『多様性』が重要」



■ディムル エシュルケボフ
電子ビーム応用研究部門
光子ビーム利用研究ユニット
光子シミュレーション研究グループ
カザフスタン共和国出身 平成14(2002)年入社
「日本の研究にまったく不自由はありません」



■福田 祐仁
電子ビーム応用研究部門
光子ビーム利用研究ユニット
レーザー電子加速研究グループ
東京都出身 平成13(2001)年入社
「多様な分野のあらゆる角度から分析・検討」



■神門 正城
電子ビーム応用研究部門
光子ビーム利用研究ユニット
レーザー電子加速研究グループ
兵庫県出身 平成13(2001)年入社
「一つの目的を共有することが成功の理由」

レーザーで“飛翔する鏡”を作り アインシュタインの思考実験を実証

関西光科学研究所（京都府木津川市）

今号の特集でも紹介している関西光科学研究所では、最先端の光の科学を研究しています。その中でも物理学の新分野を切り拓く研究として注目されているのが、「飛翔鏡」の研究です。世界で初めての試みに挑戦している「飛翔鏡」の研究チームの皆さんの活動をご紹介します。

研究チームには、さまざまなグループから研究者が参加していると伺いました。参加の経緯とご自身の専門分野についてお話しください。

神門 「飛翔鏡」の研究チームのメンバーは、田島所長が選抜しています。私の専門分野は、新しい加速器の研究です。また、チーム全体のとりまとめも行っています。

福田 専門分野は物理化学です。相対論的*な領域での光と物質の相互作用に関する研究に携わりたいと考えていたので、チームに参加できたことは幸運でした。

エシュルケボフ 専門分野はシミュレーションです。「飛翔鏡」のアイデアが実験可能かどうかを計算したことから、このチームに参加しました。ピロジコフ 私は日本学術振興会の研究員として来日しました。ちょうど研究期間が終わるタイミングで、モスクワ物理工科大学でお世話にな

った加藤先生を通じて、「飛翔鏡」のプロジェクトに参加することになりました。チームでは「飛翔鏡」からのシグナルの観測とデータの解析を担当しています。

「飛翔鏡」の実験は、世界で初めての取り組みと伺いました。一番苦労されたのは、どのようなところででしょうか。

福田 試験装置を準備するのに2カ月、その後、「飛翔鏡」に関する最初の信号を観測するまでにさらに2カ月かかりました。「飛翔鏡」とは直接関わりはないのですが、重要なデータがいくつか得られました。しかし、実験を開始してから最初の4カ月間は、「飛翔鏡」に関するデータは「ゼロ」でした。正直なところ、もう止めようかと思ったこともありましたが、

神門 最初はどのデータが求めている信号なのか、判断に迷うこともありましたが、しかし、全員が必ず信

今後の研究の予定や課題についてお話しください。

神門 今回の実験で「飛翔鏡」の実現が確認できました。次は、この「鏡」を凹面鏡にして集光の実験を行っていく予定です。また、この原理はX線を発生させる新しいツールとしても有望視されています。

号があると信じたことで、実験を続けられました。

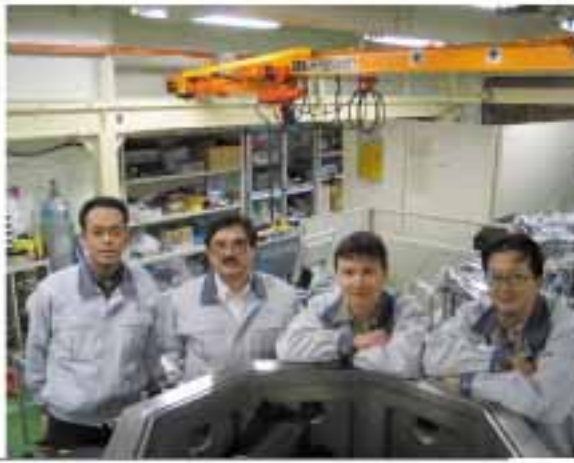
ピロジコフ 最初の信号は、実験技術も試行錯誤していたこともあって、わずかな変化でした。ほかの研究者も「信号らしい」と指摘してくれたので、期待を持って解析することができました。

具体的にはどのような実験を行ったのでしょうか。

神門 プラズマ*の中に、強いレーザー*を集光すると光速に近い速さで移動する「鏡」を作ることができます。この鏡に別なレーザーを照射し、反射した光の周波数の増加を観測しました。これはアインシュタインの提唱した相対性理論での思考実験を世界で初めて実証したものです。

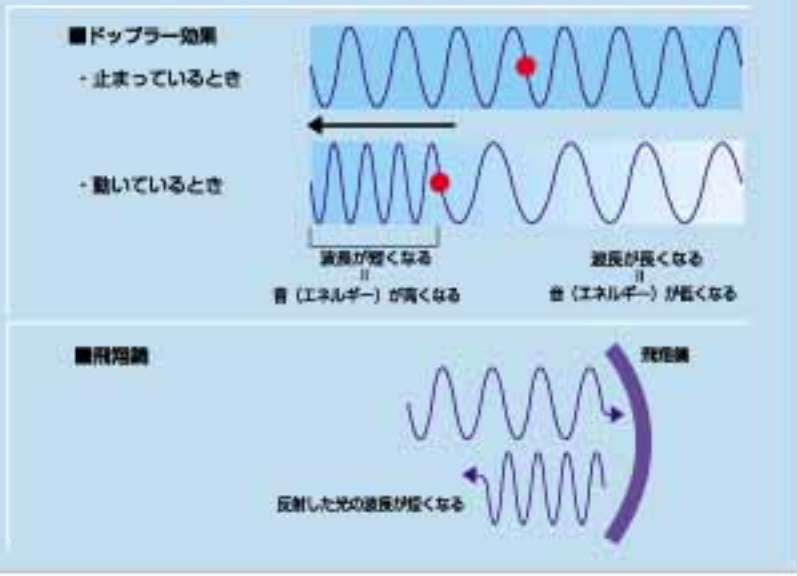
福田 難しい点は、「鏡」の大きさが0・01ミリと非常に小さいことと、光の速度*に近い超高速で移動していることです。ですから、非常に小さ

研究グループの成果を受けて、強いレーザーを使った研究は、今以上に国際的な競争が激しくなることが予想されます。原子力機構のこれまでの先駆的な取り組みを活かすことで、今後も物理学の新しい分野となるような成果が期待できそうです。



●「飛翔鏡」とは？

- 「飛翔鏡」とは、どのような鏡ですか？
プラズマに強いレーザーを照射すると、「電子の塊」ができます。この電子の塊が「鏡」と同じように光を反射します。「飛翔鏡」の特徴は、この鏡がほぼ光と同じ速度で移動していることです。
- 「飛翔鏡」はどのような分野で利用されるのですか？
近づいてくるサイレンの音は高く聞こえ（波長が短くなる）、遠ざかるサイレンの音は低く（波長が長く）聞こえます。これをドップラー効果と呼びます。ドップラー効果は音だけでなく、光でも同様に生じます。つまり、近づいてくる鏡に光を反射させることで、光の波長（エネルギー）を短く（高める）ことができるわけです。この仕組みを使えば、これまで実現が難しかった短波長レーザーを作ることが可能になります。



*光の速度
真空中では、光は毎秒約30万キロメートルで進む。これは、1秒間に地球を7.5周できる速さ。

*強いレーザー
テラワット（1兆ワット）級のエネルギーを持つレーザー。ただし、照射時間はフェムト秒（1000兆分の1秒）単位の極短時間である。

*プラズマ
物質が、電子とイオンに分断した状態。

*相対論的
プラズマを構成する電子やイオンが光に近い速度になっている状態。

●読者の「声」を紹介いたします●

アンケートに多数のご回答をいただき、ありがとうございます。皆さまからお寄せいただきましたご意見を一部紹介させていただきます。「未来へげんき」編集部では、皆さまのご意見を編集に反映させていただきます。

- ・「ふるさとげんき」で旭山動物園のことを熟知できたのは、意外な喜びでした。(山形県 男性)
 - ・エネルギー資源に乏しい日本には欠くことのできない高速増殖炉もんじゅの事故を教訓として安全性を優先させながらの研究と努力、期待しています。(滋賀県 女性)
 - ・和紙と原子力特許とは新しい組み合わせです。多方面でできるよう願っています。地球温暖化防止のためにも「もんじゅ」は不可欠です。運転再開に向けて、頑張ってください。(福井県 男性)
- ※アンケートに記載いただきます個人情報は、本誌以外には使用いたしません。

●INFORMATION●

●メルマガ配信の募集について

原子力機構は、メールマガジンにより情報を配信しています。メールマガジンでは、原子力機構の最近のプレス発表、イベント開催の案内など、情報を随時お知らせいたします。配信を希望される方は、下記ホームページよりお申し込みください。

独立行政法人
日本原子力研究開発機構 広報部 広報課
Japan Atomic Energy Agency (JAEA)
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村松4番地49
電話029-282-1122(代表) FAX029-282-4934

原子力機構の情報は、インターネットで自由にご覧いただけます。

インターネットホームページアドレス

<http://www.jaea.go.jp/>

編集後記

原子力の平和利用といえば、少し前までは原子力発電くらいしか思い浮かばなかったのですが、今では、私たちの身の回りの様々な分野で利用され、設立されています。その中でも、特に原子力と医療は切っても切り離せない存在になっています。今回紹介させていただいた「がん治療用加速器」構築や中性子線治療など、原子力機構はレーザーや中性子ビームを用いた医療への応用の研究にも力を入れています。

広報紙「未来へげんき」では、原子力機構の業務のほか、原子力エネルギーや放射線の利用など、原子力に関することわかりやすい言葉で正確にみなさんに提供できるよう、未来に向けて完璧に頑張っています。

未来へ
げんき
No.8 2008

平成20年度
編集・発行：日本原子力研究開発機構 広報部 広報課
制作：株式会社千創
エム・デザイン・スタジオ

日本原子力研究開発機構 研究開発拠点一覧

- 本部**
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村松4番地49
TEL 029-282-1122(代表)
- 原子力緊急時支援・研修センター**
〒311-1206 茨城県ひたちなか市西十三番行11601番13
TEL 029-265-5111(代表)
- 東京地区**
- 東京事務所**
〒100-8577 東京都千代田区千代田2丁目1番地8号
TEL 03-3592-2111(代表)
- システム計算科学センター**
〒110-0015 東京都台東区東上野6丁目8番地3号
TEL 03-5248-2505(代表)
- 東海研究開発センター**
〒319-1185 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
TEL 029-282-5100(代表)
- 原子力科学研究所**
〒319-1185 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
TEL 029-282-5100(代表)
- 核燃料サイクル工学研究所**
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村松4番地33
TEL 029-282-1111(代表)
- J-PARCセンター**
〒319-1185 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
TEL 029-282-5100(代表)
- 大洗研究開発センター**
〒311-1383 茨城県東茨城郡大洗町成田4002番
TEL 029-267-4141(代表)
- 東京地区**
- 東京本部**
〒814-8585 福井県敦賀市木崎65号20番
TEL 0770-23-3021(代表)
- 高速増殖炉研究開発センター**
〒818-1279 福井県敦賀市白木2丁目1番地
TEL 0770-39-1031(代表)
- 原子炉実用試験研究開発センター**
〒814-8510 福井県敦賀市明神町3番地
TEL 0770-28-1221(代表)
- 那可核融合研究所**
〒311-0183 茨城県那珂市向山801番地1
TEL 029-270-7213(代表)
- 高橋慶子応用研究所**
〒370-1282 群馬県高崎市錦貫町1233番地
TEL 027-348-9232(代表)
- 関西科学研究所**
- 木津**
〒618-0215 京都府木津川市南美台8丁目1番
TEL 0774-71-3000(代表)
- 播磨**
〒678-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1番地1号
TEL 0791-58-0822(代表)
- 福島県地質研究所**
〒098-3224 北海道天来郡標延町北港432番2
TEL 01632-5-2022(代表)
- 東海地科学センター**
〒509-5102 岐阜県土岐市東町定林寺959番地31
TEL 0572-53-0211(代表)
- 沼津地質研究所**
〒509-8132 岐阜県沼津市明世町山野内1番地84
TEL 0572-68-2244(代表)
- 人形峠環境技術センター**
〒708-0898 岡山県吉田郡鏡野町上栗原1650番地
TEL 0868-44-2211(代表)
- 青森研究開発センター**
〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾崎字野崎1番地3 オブパンドビル
TEL 0175-45-1240(代表)



●日高義徳氏の特別講演の様子

10月25日、有楽町朝日ホール(東京都千代田区)にて、「エネルギー安全保障と地球温暖化防止に向けて」と題し、「第2回原子力機構報告会」を開催しました。約800名のご参加をいただきました会場には満席となりました。

報告会では、副理事長の開会挨拶に続き、早瀬副理事長から、「創立2周年を迎えて研究開発の現状と将来展望」と題して総括報告を行いました。

第2回原子力機構報告会の開催結果について



原子力機構の動き

次に、永田次世代原子力システム研究開発部門長から、「もんじゅ改造工事の状況とFBRサイクル技術の将来展望」と題して、常松核融合研究開発部門長から「核融合研究エネルギーの開発-世界の研究センターを目指して」と題して、其々の活動状況と今後の計画などについて報告いたしました。

特別講演では、米国ハドソン研究所・首席研究員として幅広く活躍されている日高義徳先生から「世界的に見たエネルギー政策における原子力発電の役割」と題して、新しい原子力発電の時代の到来について、米国やロシアなど最近の国際動向を織り交ぜた示唆に富むお話を頂戴いたしました。

最後に、早瀬副理事長から、「ご来場の皆様方に謝辞を申し上げるとともに、今後とも、安全保障を大前提に、地元をはじめ、産業界、大学、内外の研究機関との連携のもと事業を進め、世界第一級の研究開発機関(COE)を目指し権を置いて進んでいくことを結びの挨拶とし、閉会しました。

「原子力の日」記念
第32回中学生作文募集および
第39回高校生論文募集表彰式

11月17日、東海大学校友会館にて、「原子力の日」記念第32回中学生作文募集および第39回高校生論文募集表彰式が行われました。

表彰式では、全国からいただいた過去最高の約1万2千件の応募作品の中から、文部科学大臣賞をはじめ57名、10校が受



●表彰式の様子

賞されました。原子力機構理事長賞には、新潟県立燕中学校3年生 近藤和葉さん、福井県立磯島高校1年生 上坂寛基さんが各々受賞されました。

「FACTセミナー」を開催

11月30日、高速増殖炉サイクル実用化研究開発(通称「FACTプロジェクト」)の技術報告およびご意見を伺う機会として、原子力機構および(株)日本原子力産業協会関西支店主催による「FACTセミナー」(副題「国家基幹技術としての開発」)を(財)大阪科学技術センターにおいて開催しました。

260名を超えるご参加を頂き、高速増殖炉システムおよび燃料サイクルシステムの研究開発の現状が報告され、また有識者によるパネル討論では開発コスト、リスク低減、国内技術の活性化等の観点から、国際協力の重要性等が述べられました。

ご参加の皆様から頂いた貴重なご意見

1万キロメートル離れた
欧州から日本での
核融合実験に成功

原子力機構は、那珂核融合研究所(茨城県那珂市)にある国際熱核融合実験装置(JET)を用いて約1万キロメートル離れたドイツのマックスプランク・プラズマ物理研究所からの遠隔実験に成功しました。

これは、原子力機構が開発した高度なセキュリティと高速のデータ通信機能を含む持つシステムにより、欧州の研究者が現地にながらインターネット回線を通じて日本の研究者とほぼ同等の環境で実験を実施できることを世界で初めて実証したものです。

今回の成功により、欧州に建設される「国際熱核融合実験炉ITER」の遠隔実験と日本で実施される「核融合エネルギー」の研究分野におけるより広範な取組を通じた活動(幅広いアプローチ)のサテライトトカマク計画での遠隔実験の成功に向けた中核的な技術開発の目処が立ったことになりました。



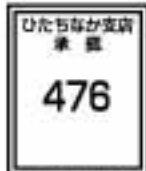
●技術発表の様子

なご意見・ご助言を今後の研究開発に活用して参りたいと考えています。

郵便はがき

3 1 9 - 1 1 9 0

料金受取人払郵便



差出有効期間
平成22年1月
31日まで

切手不要

茨城県那珂郡東海村村松4-49

独立行政法人
日本原子力研究開発機構
広報部「未来へげんき」係 行き



お名前 _____ 年齢 _____ 歳 _____ 男・女

ご職業 _____

ご住所 〒 _____

お電話 _____

